

⑫ 公表特許公報(A)

平1-501433

⑬ 公表 平成1年(1989)5月18日

⑭ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

審査請求 未請求

H 01 L 31/04

E-6851-5F

予備審査請求 未請求

部門(区分) 7(2)

(全7頁)

⑮ 発明の名称 砒化ガリウム太陽電池システム

⑯ 特 願 昭62-507121

⑰ 出 願 昭62(1987)10月15日

⑱ 翻訳文提出日 昭63(1988)6月14日

⑲ 国際出願 PCT/US87/02638

⑳ 国際公開番号 WO88/03706

㉑ 国際公開日 昭63(1988)5月19日

優先権主張 ㉒ 1986年11月12日 ㉓ 米国(US) ㉔ 929,571

㉕ 発 明 者 エリオン, エム・エドモンド

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 91006, アルカディア, ハイランド・オークス 2152

㉖ 発 明 者 ウォルフ, ジョージ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 92648, ハンテイングトン・ビーチ, ナインス・ストリート 303

㉗ 出 願 人 ヒューズ・エアクラフト・カンパニー

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 90045-0066 ロサンゼルス, ヒューズ・テラス 7200

㉘ 代 理 人 弁理士 鈴江 武彦 外2名

㉙ 指 定 国 DE(広域特許), FR(広域特許), GB(広域特許), IT(広域特許), JP

【請求の範囲】

(1) 頂部表面と第1の側部が第1の頂部表面縁部で鋭角を形成する横断面を有しているn型半導体層およびp型半導体層を含むNオンPの第1の太陽電池と、

頂部表面および第1の側部が第1の頂部表面縁部で鋭角を形成する横断面形態を有するp型半導体層およびn型半導体層を含むPオンNの第2の太陽電池とを具備し、

前記第1および第2の太陽電池は前記電池の前記第1の頂部表面縁部が事実上接触するように互いに横に隣接して配置されており、

前記第1の太陽電池の前記n型層を前記第2の太陽電池の前記p型層へ電気的に接続するための手段を備えている太陽電池モジュール。

(2) 前記接続手段が前記第1の太陽電池の前記n型層と前記第2の太陽電池の前記p型層との間に伸びている導電体のグリッドを含む、請求項1記載の太陽電池モジュール。

(3) 導電体の前記頂部表面および前記グリッド上に透明なカバーを含む、請求項2記載の太陽電池モジュール。

(4) 頂部表面と側部の1つが頂部表面縁部で鋭角を形成する平行四辺形の横断面を有し、n型半導体層およびp型半導体層を含むNオンPの第1の太陽電池と、

頂部表面と側部の1つが頂部表面縁部で鋭角を形成する平行四辺形の横断面を有し、p型半導体層およびn型半導体層を含むPオンNの第2の太陽電池とを具備し、

前記第1および第2の太陽電池は前記電池の前記頂部表面縁部が事実上接触するように互いに横に隣接して配置されており、

前記第1の太陽電池の前記n型層を前記第2の太陽電池の前記p型層へ電気的に接続するための手段とを備えている太陽電池モジュール。

(5) 前記頂部表面および前記接続手段上に透明なカバーを含む請求項4記載の太陽電池モジュール。

(6) 前記接続手段が前記第1の太陽電池の前記n型層と前記第2の太陽電池の前記p型層との間に伸びている導電体のグリッドを含む、請求項5記載の太陽電池モジュール。

(7) 前記接続手段が、

前記第1の太陽電池の前記n型層上の導電体の第1のグリッドと、

前記第2の太陽電池の前記p型層上の導電体の第2のグリッドと、

前記第1のグリッドが前記第2のグリッドへ電気的に接続されるように前記透明なカバーの底部表面上の導電体の対応するグリッドとを含む、請求項5記載の太陽電池モジュール。

(8) 前記太陽電池が砒化ガリウム太陽電池である、請求項5記載の太陽電池モジュール。

(9) 各々が頂部および底部表面を具備し、第1の横方向に傾斜する平行四辺形の横断面形態を有する複数のNオンP太陽電池と、

各々が頂部および底部表面を具備し、第1の横方向と反対

明 細 書

砒化ガリウム太陽電池システム

発明の背景

本発明は太陽電池に関するものであり、特に交互のP層上にN層の(NオンP)およびN層上にP層の(PオンN)砒化ガリウム太陽電池を用いる太陽電池アレイに関するものである。

半導体太陽電池は光エネルギーを有用な電気電圧および電流に変換するため用いられる。簡単に言うと、典型的な半導体太陽電池はN型およびP型の透明な半導体材料の間にインターフェースを含む。インターフェース上の光照射はそれらに存在するキャリアに加えてホール電子の対を生成し、少数電荷キャリアは反対方向にインターフェースを横切る。多数キャリアの捕獲流出は存在せず、そのため電気電荷のネット流が生じる。有効な電気電流はインターフェースのいずれかの側の材料への抵抗接触を形成することによって外部電流回路において得られる。

半導体太陽電池は広く様々な半導体材料から生成される。シリコン太陽電池は最も広く使用されるが、p型およびn型砒化ガリウムから製造された電池が特に有望であることがわかった。このような太陽電池はシリコン太陽電池と比較すると、寿命開始効率がよく、宇宙空間における時間および熱による劣化が低い。砒化ガリウム太陽電池はそれ故特に魅力的であり、既に制限された用途が発見されている。砒化ガリウム太陽電池が、特にもし太陽電池アレイの効率が改良され低

の第2の横方向に傾斜する平行四辺形の横断面形態を有する複数のPオンN太陽電池とを具備し、

前記各NオンP太陽電池は1以上の前記PオンN太陽電池と事実上接触しそれと横に隣接するように配置されており、

前記太陽電池アレイの隣接する太陽電池を電気的に相互接続するための手段を備えている太陽電池アレイ。

(10) 前記太陽電池の前記頂部表面上に透明なカバーを含む、請求項9記載の太陽電池アレイ。

(11) 各NオンP太陽電池の頂部表面縁部が隣接するPオンN太陽電池の頂部表面縁部と事実上接触しており、電気的に相互接続するための前記手段が前記接触する頂部表面縁部をわたって隣接する太陽電池の各対の前記頂部表面の間に伸びている導電体を含む、請求項10記載の太陽電池アレイ。

(12) 電気的に相互接続するための前記手段が更に頂部表面縁部で接触していない隣接する太陽電池の底面の間に伸びている複数の金属導電体を含む、請求項11記載の太陽電池アレイ。

(13) 電気的に相互結合するための前記手段が前記太陽電池の各々の前記頂部表面上の導電体のグリッドと、隣接する対の前記太陽電池の前記頂部表面が電気的に接続されるような前記透明なカバーの底部表面上の導電体の対応するグリッドとを含む、請求項10記載の太陽電池アレイ。

(14) 前記太陽電池が砒化ガリウム太陽電池である、請求項10記載の太陽電池アレイ。

費用製造技術が発展されるなら、宇宙および地上の両方において、従来の用途が増加されることが期待される。

砒化ガリウム太陽電池は適切な半導体層を基板上へ付着し、それから電池を完成するように付加的成分を加えることによって生成される。特に気相形成のため、通常のPオンN砒化ガリウム太陽電池はn型砒化ガリウム層を単結晶砒化ガリウム基板上にエピタキシャルに付着し、P型砒化ガリウムの層をn型砒化ガリウム層上へ付着させることによって生成される。砒化ガリウムアルミニウムのP+層は電荷キャリアの表面再結合を制限するためP型砒化ガリウム層上へ付着される。電池が液相エピタキシャル方法によって生成されるときわずかに異なる成長手続が用いられる。一連の薄い導電性グリッドが電子を電池から収集バスバーへ搬送するためP+層上へ付着される。ガラスの透明なカバーが、アクティブな半導体部品を、宇宙空間において遭遇するような物理的接触および放射線ダメージから保護するため砒化ガリウムアルミニウム上加えられる。p型砒化ガリウムは電池の動作中太陽に面しており、技術用語で“PオンN”太陽電池と示される。

典型的に横方向に約2センチメートル×4センチメートルである個々の太陽電池は使用可能な電圧および電流を生じるため大きなアレイに結合される。このアレイは1万個の個々の太陽電池を有することもある。各個々のPオンN太陽電池の電気出力は約0.9ボルトに過ぎないものであり、アレイにおいて多数のPオンN太陽電池は直列接続された太陽電池の電圧の合計である電圧を供給するため直列形式で接続される。

直列電気接続を達成するため、第1の太陽電池の上部層(即ち、p型砒化ガリウム)は横に隣接する第2の太陽電池の下部層(即ちn型砒化ガリウム)へ接続され、この接続法は第2から第3の太陽電池へそして更に第4の電池へ繰返される。この接続法は、横に隣接する太陽電池が十分な距離(典型的には2mm)をおいて離されていることを必要とし、そのためコネクタは横に隣接する電池間に挿入される。

“z”コネクタは第1の太陽電池の頂部コレクタバスバーへはんだづけされた“z”の上部脚と、横に隣接する第2の太陽電池の底部へはんだづけされた下部脚への接続を形成するため用いられる。電力を生じるのに有効な電池の付勢領域はコレクタバスバーおよび頂部表面へのコネクタアタッチメントならびに導電性のグリッドによって覆われたあるいは隠された領域によって減少される。“z”コネクタの挿入を許容する電池の不可欠な側部空間はまたアレイの電気効率を減少する。(用語“効率”はここではアレイの単位領域当りのアレイの電気出力を意味する。)それによって太陽電池アレイの効率に賦課される幾何学的制限は、電池と、端部接続によって影にされる領域との間に短回路を生成することなくコネクタを挿入するため隣接する電池間に必要とされる空間のため、アレイのユニット領域当りの電気出力に関してアレイの全効率を大幅に減少させる。

それ故、太陽電池アレイの効率を改善する必要性が存在する。更に効率的な太陽電池アレイは、構造の既知の太陽電池材料の使用によって達成できる利点を用いることが望ましい。

太陽電池アレイはまた構造の同じ材料から構成された存在するタイプのアレイよりも太陽電池環境における放射線ダメージに対する抵抗が少なくなつてはならない。本発明はこの必要性を満たし、更に関連する利点を提供する。

発明の概要

本発明は改良された砒化ガリウム太陽電池に帰するものであり、太陽電池アレイは改良された太陽電池を用いる。改良された太陽電池は実質的に通常の太陽電池と同じ特性を達成する修正された構成を組み入れ、加えてアレイの全出力効率を増加する方法でアレイにおける太陽電池の相互接続を許容する。改良された太陽電池を用いるアレイは複雑さの少ない相互接続ハードウェアおよび手続を必要とし、個々の太陽電池のより接近したバックিংがアレイのユニット領域当りの増加された電気出力を達成することを許容し、アレイ中の個々の電池の異なる膨脹から生じる問題を減少させる。本発明の太陽電池アレイはさきもなければ存在する太陽電池アレイのそれと同一の形態で用いられることができ、放射線ダメージに対して同じ抵抗を有する。

本発明に従って、NオンP砒化ガリウム太陽電池は単結晶砒化ガリウム基板と、基板上にエピタキシャルに存在するp+砒化ガリウムアルミニウムの単結晶層と、砒化ガリウムアルミニウムの層上にエピタキシャルに存在するp型砒化ガリウムの単結晶層と、およびp型砒化ガリウムの層上にエピタキシャルに存在するn型砒化ガリウムの単結晶層を含む。電池は短絡した問題なしに所望された位置で隣接する電池間の

切って伸びている透明なガラスカバーの底部表面へ備えられ、従って隣接する電池の頂部層を接続する。太陽電池アレイは互いに横に隣接するこのようなモジュールを置き、NオンP太陽電池のp層の隣接する底部表面を隣接するモジュールの隣接するPオンN太陽電池のn層へ電気的に接続することによって形成される。

太陽電池アレイ中の横に隣接する、幾何学的に交互のNオンPおよびPオンN太陽電池の使用は、横に隣接するn型およびp型層が“z”型コネクタのような頂部-底部コネクタの必要性を伴わずに直接一緒に接続されることができるので、太陽電池アレイの構成の容易さを増加させる。結果的に、太陽電池は太陽電池アレイ中に更にしっかりとバックされ、より高いアレイ効率を導く。更に、モジュールは、アレイの付勢領域の大きな部分を影にする頂部バスバー接続を有さないアレイに接続されるように構成される。本発明のその他の特徴および利点は、本発明の原理を例を用いて説明する添付図面と共に得られた以下の更に詳細な説明から明らかとなるであろう。

図面の簡単な説明

第1図は通常のPオンN太陽電池の断面図である。

第2図はNオンP太陽電池の断面図である。

第3図はPオンN太陽電池を組み込んでいる通常の太陽電池アレイの断面図である。

第4図は第3図の太陽電池アレイの頂部平面図である。

第5図は交互のPオンNおよびNオンP太陽電池を用いる

適切な電気接触を許容する平行四辺形の横断面を有する。動作中、n型砒化ガリウム層は太陽に面している。このNオンP電池は通常のPオンN砒化ガリウム太陽電池と同様の電気出力および放射線ダメージに対する抵抗を達成する。NオンP太陽電池はそれを保護しハンドリングを許容するガラスのような透明なカバーによって覆われる。p型砒化ガリウムの層は宇宙放射線低下を制限するため典型的に約0.5マイクロメートルの厚さであり、n型砒化ガリウムの層は典型的に約10マイクロメートルの厚さである。

本発明のもう1つの観点によれば、太陽電池モジュールはPオンN太陽電池と横で接続されたNオンP太陽電池と、両方の電池の頂部表面上に接触して伸びるコネクタグリッドの通常の配列とを含む。太陽電池アレイは互いに横に隣接してこのようなモジュールを置き、NオンP太陽電池のp層の隣接する底部表面を隣接するモジュールのPオンN太陽電池のn層へ接続することによって形成される。隣接するモジュールがこの形態で接続されるとき、頂部バスバー接続は要求されず、そのため頂部バスバー接続のため、結果的に効率を減少させるように各太陽電池の大きな部分を影にすることはない。バスバー接続が典型的に細いグリッドより太陽電池のかなり大きい部分を影にするから、活性電流発生領域における適切な増加が実現される。

本発明のもう1つの観点によれば、太陽電池モジュールの各セルはその頂部表面に別々のコネクタグリッドを有する。対応するコネクタグリッドは、モジュール中の対の電池を横

太陽電池アレイの断面図である。

第6図は第5図の太陽電池アレイの頂部平面図である。

第7図は隣接する太陽電池の頂部表面を電気的に接続するためカバーガラス上のコネクタグリッドを用いる太陽電池モジュールの断面図である。

好ましい実施例の詳細な説明

第1図に説明されるように、通常のPオンN砒化ガリウム太陽電池10は以下の方法で処理される。太陽電池10は砒化ガリウム単結晶基板12上に製造され、いくつかの適切な確立された技術によって処理される。通常、砒化ガリウム単結晶は水平ブリッジマン技術によって製造される。太陽電池の処理において用いるのに適切な基板は凝固単結晶から約200マイクロメートルの厚さのウェハを切取ることによって提供される。ウェハの表面方位は典型的に約(100)であるように選択される(立方体ミラー指数)。切取り手続期間中に誘発されるグロスダメージはメタログラフ紙やすりの連続的により細かいグリット上のウェハを研磨することによって除去され、4/0ダイヤモンドペーストによって仕上げる。研磨されたウェハはそれから残りの研磨ダメージを除去するため過酸化水素および水酸化アンモニウムの溶液中でエッチングされる。

n型砒化ガリウムの単結晶層14は砒化ガリウム単結晶基板12上にエピタキシャルに付着される。層14のn型砒化ガリウムは好ましくは立方センチメートル当たり約 10^{18} のネット電荷キャリア濃度と約10マイクロメートルの厚さを有する。

p型砒化ガリウムの単結晶層18は次に砒化ガリウムガリウ

ムの層14上にエピタキシャルに付着される。好ましくは層18中のp型砒化ガリウムは立方センチメートル当たり約 10^{18} のネットキャリア濃度と、約0.5マイクロメートル以下の厚さを有する。n型砒化ガリウム層14とp型砒化ガリウム層18との間の接合部はペーシック太陽電池を提供するが、この太陽電池の動作は、もし電荷再結合が抑制されないなら、層18の頂部表面で表面電荷再結合によって悪影響を及ぼされる。通常、表面電荷再結合を抑制するため、p+砒化ガリウム単結晶抑制層18はp型砒化ガリウム層18の頂部にエピタキシャルに付着される。p+砒化ガリウムアルミニウム層18は好ましくは立方センチメートル当たり約 2×10^{18} のネット電荷キャリア濃度と、約0.1マイクロメートルの厚さを有する。これらの特性を有する砒化ガリウムアルミニウムの典型的な組成は約Ga_{0.97}Al_{0.03}Asである。

層14、18および18は当分野において既知の技術、好ましくは液相エピタキシャル生成または気相金属組成化学蒸気付着によって付着される。気相処理方法は上述されている。気相金属組成化学蒸気付着は、ガス形態のトリメタルガリウムが砒化水素ガスと混合されたとき発生する。混合物は分解して砒化ガリウムとなり、低圧室において750°で砒化ガリウム基板上に付着される。砒化ガリウム太陽電池の液相エピタキシャル生成は砒化ガリウムの基板を砒化ガリウムで飽和されたガリウム溶液へ浸すことによって達成される。この処理は気相法とはわずかに異なる。シールされた、窒素浄化システムにおいて750°の溶液によって実施される。ネット

電荷キャリアは層中へ拡散される。

電気抵抗を低下させ、太陽電池10の上部表面への電気接続を容易にするため、金属コネクタグリッド20は太陽電池10の上面22上に付着される。この金属は通常のスパッタリングまたは蒸着技術を用いて真空環境において付着される。コネクタグリッド20の個々の非常に細い線は約2ミリメートル離され、そのため電子電荷キャリアはコネクタグリッド20の個々の素子によって収集されるように半導体層14、18および18を経て容易に拡散する。もし個々の素子が広く離れすぎているなら、それらは電子を容易に収集することができず、電圧の損失が生じる。

透明なカバー24は上面22へ取付けられている。透明カバー24の組成および厚さは太陽電池10の電気的特性を能率的にするように選択される。透明カバー24が約200マイクロメートルの厚さを有するコーニングガラス型式7840のようなシリカガラスであることが望ましい。透明カバー24は3つの重要な機能を果たす。第1に、カバー24は光を層14および18に通過させる。第2に、カバー24は太陽電池10の残りの素子を支持する。第3に、カバー24は物理的ダメージや低エネルギー陽子や紫外線のような宇宙環境におけるある種の放射線から太陽電池10の残りの素子を保護する。

透明なカバー24は透明接着剤または静電気接着のような任意の適切な技術によって層18へ接着される。もし焼きなまし放射線による特性低下を減少するため用いられるなら、接着技術は使用時における層の分離を阻止するために、

約200°の高さの温度で接着剤の維持を許容する。カルボランシロキサンポリマのような高分子量化合物の高温接着剤が動作可能であることがわかった。

本発明の1観点に従って、第2図に示されるように、NオンP砒化ガリウム太陽電池28は、先に説明された基板12に対してと実質的に同じである砒化ガリウム単結晶基板28を供給することによって提供される。p+型砒化ガリウムアルミニウムの単結晶層30は、表面電荷再結合を抑制するため、基板28上にエピタキシャルに付着される。p型砒化ガリウムの単結晶層32はそれから層30上へ付着される。n型砒化ガリウム層34はそれから層32上へエピタキシャルに付着される。バスバーを具備しないコネクタグリッド38はn型砒化ガリウムの層34の上面に付けられる。最後に、透明カバー40がコネクタグリッド38および層34上に固定される。

層30、32および34の特性、層30、32および34を付着するための方法、コネクタグリッド38の幾何学的配列、構造および付着の方法、およびNオンP砒化ガリウム太陽電池28に関する透明カバーの構造および取付け方法は全て、先の段落に述べられたような、通常のPオンN砒化ガリウム太陽電池10の対応する状態と実質的に同じである。NオンP太陽電池28を形成するため活性層30、32および34を付着する順序のみが、通常のPオンN太陽電池10を形成するための層14、18および18を付着する順序と異なる。

NオンP太陽電池28がPオンN太陽電池10とほぼ同じ電気的特性および放射線ダメージに対する抵抗を喪失することがわ

かった。事実、NオンP砒化ガリウムガリウム太陽電池の電気的特性は通常のPオンN砒化ガリウム太陽電池と比較して、時間の経過に伴ってわずかに低下する。通常のPオンN太陽電池から得られる最大電力はフルエンス(flucose) 10^{15} で1MEVの電子を照射されるときおよそ20パーセント低下し、それは同期軌道においてほぼ5年に相当する。

個々のPオンN太陽電池10は各々約0.9ボルトの電圧出力を発生するが、それは宇宙環境におけるある実際の適用のためには電圧が小さすぎる。PオンN太陽電池10はそれ故個々の太陽電池10によって発生した電圧の合計に等しい出力電圧を得るため通常は直列形態で一緒に留められている。直列に連結された太陽電池の個々の群はそれから必要とされる電流の増加を達成するため並列形態で一緒に留められる。

第3図および第4図は通常の太陽電池アレイ42を形成するため通常のPオンN太陽電池を相互結合するための方法を示す。直列接続を達成するため、1個の太陽電池10の頂部すなわちp型層18はp+層18を経て隣接する電池の基板12を経て底部即ちn型層14へ電気的に接続されなければならない。用いられたコネクタの型は、断面図において見られるときのそれらの形状のため、“εコネクタ”44と呼ばれる。εコネクタ44は、これらの素子を隣接する太陽電池10へ接続するため各電池上にグリッド20を相互接続するバスバーへ接続される。通常のεコネクタ44は各端部の水平部分と、太陽電池の頂部から底部へ伸びている傾斜部分とを含んでいる。水平部分は接続を形成するため太陽電池10のバスバーへはんだづけその

他により接続される。2コネクタ44の水平部分およびバスバーの下取り付け領域は、層14と16との間の接合部がコネクタおよびバスバーによって太陽光線から隠されているので、付勢されず電流を発生できない。通常の太陽電池アレイ42の電気出力はそれ故隣接する太陽電池の間の空間のためその電位電流出力以下へ減少され、それはコネクタ44へ適応させるため維持されなければならない、コネクタおよびバスバーによって隠された非付勢領域は各太陽電池の1側部に沿って伸びている。

本発明のもう1つの観点に従って、PオンN太陽電池およびNオンP太陽電池は、個々の太陽電池が更に接近して置かれているので、また同じ形態で太陽電池の上部表面へ接合されたバスバーが取除かれるのでその電流出力効率が増加されるような太陽電池アレイを形成するように幾何学的に交互にされている。

第5図および第6図は、PオンN太陽電池10およびNオンP太陽電池28がモジュール58として一緒にグループ分けされているような第1の形態48を示す。このようなモジュール58において、コネクタグリッド58は太陽電池10と28との間でモジュール58の上部表面上に連続的に伸びており、PオンN太陽電池10のp層をNオンP太陽電池28のn層へ電気的に接続する。非導電性接着剤50は電池10および28の両方を各モジュール58を形成するため一緒に強く接着するため用いられる。これはコネクタグリッド58を、電池の頂部表面をわたって延在するように蒸着させることを可能にする。第5図において

ト領域当りのワットについて、第5図および第6図において説明された形態48の効率の全改善は10パーセントに等しい。

第7図において示された第2の形態においては、モジュール58の太陽電池10、28の電気的相互接続が透明なカバーガラス84上の導電体グリッド82によって形成される。第1図および第2図に示されるように太陽電池10は導電体グリッド20を含み、太陽電池28は導電体グリッド38を含む。グリッド82はグリッド20および38とを整合するためカバーガラス84上に配置され、カバーガラスグリッド82と2つの太陽電池グリッド20および38は2つの電池よりなるモジュール58を形成するため一緒に融合される。この方法で、2つの電池は共に強く保持され電気的に接続される。個々のモジュールは底面に沿って金属導電体によって相互接続される。

図示されていないもう1つの実施例において、一對のPオンNおよびNオンP太陽電池はモジュールを形成するため金属導電体によって底面上で一緒に接着される。個々のモジュールはそれから第7図において示されたものと同様のカバーガラス上のコネクタグリッドと個々のモジュールの隣接する電池とを相互接続することによってアレイを形成するため隣接するモジュールと接合される。

正しく評価されるように、実質的に同じ電気特性および放射線による特性低下に対する抵抗性を有する補足的なNオンP太陽電池の開発は、アレイの隣接する太陽電池間の頂部-底部電気接続の必要性を取除くことによってアレイのユニット当りの増加された電気出力を有する大きな太陽電池アレイ

強調して示されるように、各電池は、形成するときその側部がゆるい傾斜を有するように正常の結晶から非常に緩やかな角度で形成される。各モジュール58の太陽電池10、28は頂部表面縁部52で接触している。頂部表面縁部52で各電池10の頂部表面および側部によって形成された角度は典型的に90°から約1°まで逸脱する。これは頂部表面で適切な電気接触を生じるとき電池のショートを防ぎ、非付勢表面領域を最少にするための隣接する電池側部の十分な分離を与える。隣接するモジュール58は金属コネクタ60によってそれらの下面でのみ一緒に接続される。金属コネクタ60は第1の付勢対56のNオンP太陽電池28から第2の付勢対58のPオンN太陽電池10への電気接続を行なう。

形態48は通常の太陽電池アレイ42においてみられる電気出力損失の両方の幾何学的構成部品を減少することによってアレイの出力効率を最大にするため用いられる。各モジュール58を構成する2つの太陽電池間に空間がないので、隣接する電池間の空間のための損失は非常に減少される。加えて、太陽電池の上部表面でのバスバーの必要性は連続コネクタグリッド58の使用によって取除かれる。即ち、隣接する太陽電池を接続する上部バスバーによって太陽から隠されることの結果として付勢しないようにするものは形態48を構成する太陽電池の上部表面の領域には存在しない。電池間の空間の減少が約4パーセントの効率増加を生じることが推測される。更に形態48における頂部バスバーの除去が約6パーセントの効率増加を生じることが推測される。従って、アレイのユニッ

の構造を許容する。太陽電池アレイの組立ては各々2つの太陽電池を組み立てているモジュールの使用によってより容易にされる。このモジュールは別々に組立てられ、それから偏平コネクタバーを用いて太陽電池アレイへ接合されてもよい。本発明の特定の実施例が説明のために詳細に記述されたが、様々な修正が本発明の技術的範囲から外れることなく為されても良い。従って、本発明は添付された請求の範囲によってのみ制限されるべきである。

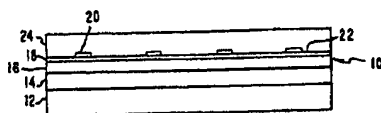


Fig. 1.



Fig. 2.

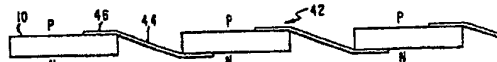


Fig. 3.

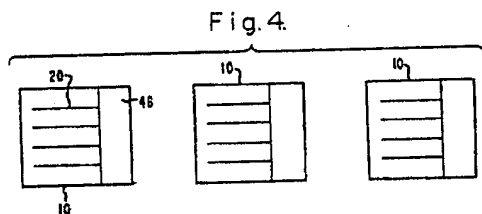


Fig. 4.

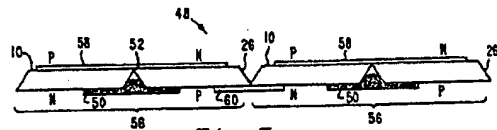


Fig. 5.

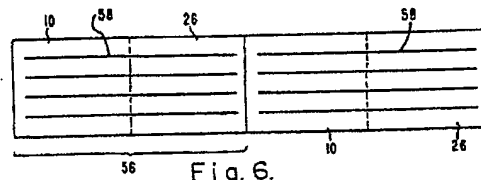


Fig. 6.

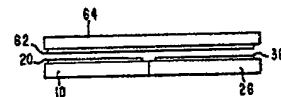


Fig. 7.

国際調査報告

International Application No. PCT/US 87/02638

1. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (Inventor's classification and/or IPC)	
IPC: H 01 L 25/04; H 01 L 31/06	
2. FIELD OF SEARCH	
Maximum Representative Search: H 01 L	
Classification System: H 01 L	
3. DOCUMENTS SEARCHED OTHER THAN MAXIMUM REPRESENTATIVE SEARCH	
Documents searched other than Maximum Representative Search to the extent that such documents are included in the Field of Search	
4. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT	
Category	Relevance to Claim No. 1
A	Patent Abstracts of Japan, volume 3, no. 131 (E-148), 31 October 1979, 5 JP, A, 54107690 (DAINI SEIKOSHA K.K.) 23 August 1979 see the whole document
A	US, A, 3170986 (M.P. AMSTERDAM et al.) 27 February 1968 see the whole document
A	EP, A, 0000715 (M.H. BLOSS) 21 February 1979 see figures 1-3; page 7, line 1 - page 10, line 22
A	FR, A, 2500685 (SOCIETE NATIONALE INDUSTRIELLE AEROSPATIALE) 27 August 1982
A	US, A, 3278611 (H. NOKI) 11 October 1966
A	Patent Abstracts of Japan, volume 8, no. 36 (E-227)(1471), 16 February 1984, 5 JP, A, 58194378 (KOMATSU DENSHI KINZOKU K.K.) 12 November 1983
5. CONTINUATION	
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of the International Search Report
9th, March 1988	12 APR 1988
International Searching Authority	Signature of Authorised Officer
EUROPEAN PATENT OFFICE	M. VAN MOL

Form PCT/ISA/89 (second sheet) January 1988

International Application No. PCT/US 87/02638 -2-

6. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT (CONTINUED FROM THE SECOND SHEET)	
Category	Relevance to Claim No. 1
X	WO, A, 87/02513 (HUGHES AIRCRAFT CO.) 12 March 1987 see the whole document

Form PCT/ISA/89 (second sheet) January 1988

国際調査報告

US 8702638
SA 19604

This annex lists the patent family members relating to the patent document cited in the above-mentioned international search report. The members are all contained in the European Patent Office (EPO) file in 12/02/88. The European Patent Office is to be used for more information than are hereby given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family members	Publication date
US-A- 3370985		FR-A- 1421675	
EP-A- 0000719	21-02-79	DE-A, C 2732933	08-02-79
		AU-A- 3810878	24-01-80
		US-A- 4283390	11-08-81
		AU-B- 519312	26-11-81
FR-A- 2500685	27-08-82	None	
US-A- 3278811		None	
WO-A- 8701513	12-03-87	EP-A- 0236447	16-09-87

For more details about this annex: see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

This Page Blank (uspto)